

# **PRARENCANA PABRIK**

## ***DRYING OIL* DARI MINYAK JARAK TERASETILASI SEBAGAI ADITIF CAT DAN VARNISH**

**KAPASITAS 29.700 TON/TAHUN**



**Nama Peserta**

Maria Melania Golor  
Dessy Rosma

**NRP**

5203016042  
5203016051

**Nama Pembimbing**

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS. IPM  
Yohanes Sudaryanto, MT.

**NIK**

521.87.0127  
521.89.0151

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA  
SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

**Nama : Maria Melania Golor**

**NRP : 5203016042**

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 10 Juli 2020

**Disetujui oleh**

**Pembimbing I**



Dr. Ir. Suratno Lourentius MS  
NIK. 521.87.0127

**Pembimbing II**



Yohanes Sudaryanto, M.T.  
NIK. 521.89.0151

**Penguji I**



Wenny Irawaty, Ph.D.  
NIK. 521.97.0284

**Penguji II**



Sandy B. Hartono, Ph.D.  
NIK. 521.99.0401

**Penguji III**



Maria Yuliana, Ph.D.  
NIK. 521.18.1010

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik**



Prof. Suryadi Ismadji, IPM.  
NIK. 521.93.0198

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



Sandy B. Hartono, Ph.D., IPM.  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

**Nama : Dessy Rosma**

**NRP : 5203016051**

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 10 Juli 2020

**Disetujui oleh**

**Pembimbing I**



Dr. Ir. Suratno Lourentius MS

NIK. 521.87.0127

**Pembimbing II**



Yohanes Sudaryanto, M.T.

NIK. 521.89.0151

**Penguji I**



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

**Penguji II**



Sandy B. Hartono, Ph.D.

NIK. 521.99.0401

**Penguji III**



Maria Yuliana, Ph.D.

NIK. 521.18.1010

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik**



Prof. Suryadi Ismadji, IPM.

NIK. 521.93.0198

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



Sandy B. Hartono, Ph.D., IPM.

NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Maria Melania Golor

5203016042

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Dessy Rosma

5203016051



## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN PRARENCANA PABRIK

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Maria Melania Golor

NRP : 5203016042

Menyetujui laporan kerja prarencana pabrik:

Judul:

Prarencana Pabrik *Drying Oil* Dari Minyak Jarak Terasetilasi Sebagai Aditif Cat Dan Varnish Kapasitas 29.700 Ton/Tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi prarencana pabrik ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2020

Yang menyatakan,



Maria Melania Golor

5203016042

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN PRARENCANA PABRIK

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Dessy Rosma

NRP : 5203016051

Menyetujui laporan kerja prarencana pabrik:

Judul:

Prarencana Pabrik *Drying Oil* Dari Minyak Jarak Terasetilasi Sebagai Aditif Cat Dan Varnish Kapasitas 29.700 Ton/Tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi prarencana pabrik ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2020

Yang menyatakan,



Dessy Rosma

5203016051

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “*Drying Oil* Dari Minyak Jarak Terasetilasi Sebagai Aditif Cat Dan Varnish Kapasitas 29.700 Ton/Tahun” dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universita Katolik Widya Mandala Surabaya.

Selama pembuatan laporan Tugas Akhir ini, tentunya tak lepas dari pihak-pihak yang turut memberikan kontribusi demi terselesaikannya laporan ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Ir. Suratno Lourentius, MS.,IPM. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
2. Bapak Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
3. Bapak Sandy Budi Hartono, ST., Ph.D., Maria Yuliana, ST., Ph.D serta Wenny Irawaty., Ph.D selaku dosen penguji;
4. Dekan, wakil dekan, seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini;
6. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini;
- .7. Teman-teman terkasih yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini. serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat berkontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta bagi para pembaca.

Surabaya, 19 Juli 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	Iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
LAPORAN PRARENCANA PABRIK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	Viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	Xii
INTISARI .....	xx
BAB I. PENDAHULUAN .....	I-1
I.1. Latar Belakang .....	I-1
I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk .....	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk .....	I-8
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar .....	I-8
BAB II. URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES .....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk .....	II-1
II.2. Pemilihan Proses .....	II-2
II.3. Uraian Proses .....	II-3
BAB III. NERACA MASSA .....	III-1
BAB IV. NERACA PANAS .....	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI ALAT .....	V-1
BAB VI. LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT,	
INSTRUMENTASI DAN SAFETY .....	VI-1
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH .....	VII-1
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN .....	VIII-1
VIII.1. Desain Produk dan Spesifikasi Produk .....	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan .....	VIII-2
VIII.3. Desain Logo .....	VIII-3
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN .....	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI .....	X-1
X.1. Struktur Umum .....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan .....	X-2
X.3. Pembagian Tugas dan Wewenang .....	X-3
X.4. Jadwal Kerja Pegawai .....	X-12
X.5. Kesejahteraan Karyawan .....	X-13
BAB XI. Analisa Ekonomi .....	XI-1
XI.1. Penafsiran <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	XI-1
XI.2. Penafsiran <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i> .....	XI-6
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) .....	XI-12
XI.5. Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) .....	XI-13
XI.6. Waktu Pengembalian Modal .....	XI-15
XI.7. Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	XI-16
XI.8. Analisa Sensitivitas .....	XI-18
BAB XII. DISKUSI DAN KESIMPULAN .....	XII-1

XII.1. Diskusi .....	XII-1
XII.2. Kesimpulan .....	XII-2
DAFTAR PUSTAKA.....	DP-1
LAMPIRAN A .....	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1
LAMPIRAN C.....	C-1
LAMPIRAN D .....	D-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Reaksi Pembentukan Asam Karboksilat .....	I-2
Gambar I.2 Reaksi Asam Palmitat dengan Basa .....	I-3
Gambar I.3 Reaksi reduksi Asam Palmitat .....	I-3
Gambar I.4 Reaksi Esterifikasi Asam Palmitat .....	I-3
Gambar I.5 Rumus Bangun Tetradekena .....	I-4
Gambar I.6 Reaksi Hidrasi Tetradekena .....	I-5
Gambar I.7 Reaksi halogenasi Tetradekena .....	I-5
Gambar I.8 Rumus Bangun Asam Asetat .....	I-6
Gambar VI.1 Lokasi Pendirian Pabrik Drying Oil berbahan baku Minyak Jarak Terasetilasi (Skala 1:200.000) .....	VI-1
Gambar VI.2. Lokasi PIER ke Sidoarjo-Surabaya (Skala 1:700.000) .....	VI-2
Gambar VI.3. Tata Letak Pabrik Drying Oil (Skala 1:3.000) .....	VI-7
Gambar VI.4. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:1000) .....	VI-8
Gambar VII.1 Tangki Penyimpanan <i>Dowtherm A</i> .....	VII-4
Gambar VII.2 Tangki Penyimpanan <i>Dowtherm A</i> .....	VII-36
Gambar VII.3 Skema Proses Refrigerasi .....	VII-78
Gambar VIII.1 Desain Tank Truck Drying Oil Kapasitas 30.000 L.....	VIII-1
Gambar VIII.2 Desain Drum Drying Oil Kapasitas 250 L .....	VIII-2
Gambar VIII.3 Desain Drum Asam Asetat Kapasitas 30 L .....	VIII-2
Gambar VIII.5 Gambar logo (a) Drying Oil; (b) Asam Asetat.....	VIII-3
Gambar X.1 Bagan Struktur Organisasi PT. Amogha Drying Oil	X-2
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan Net Cash Flow Sesudah Pajak .....	XI-16
Gambar A.1 Skema Aliran Masuk dan Keluar Total Pabrik <i>Drying Oil</i> ...	A-2
Gambar A.2 Skema Aliran Masuk dan Keluar Menara Distilasi II (410) .....	A-6
Gambar A.2 Skema Aliran Masuk dan Keluar Menara Distilasi I (D-210) .....	A-15
Gambar B.1 Skema Perhitungan Panas Reaksi.....	B-10
Gambar C.1 Tangki Penyimpanan ACO.....	C-1
Gambar C.2 Dimensi Tangki .....	C-17
Gambar C.3 Dimensi Bottom Tangki .....	C-17
Gambar C.4 Dimensi Tutup Tangki .....	C-20
Gambar C.5 Struktur Sistem Pengaduk .....	C-23
Gambar C.6 RATB untuk Pembentukan DO .....	C-48
Gambar C.7 Skema <i>Torispherical Dished Head</i> .....	C-54
Gambar C.8 <i>Centrifuge Disk Bowl</i> .....	C-78
Gambar C.9 Tangki Penyimpanan AA .....	C-231
Gambar C.10 Dimensi <i>Drum</i> AA .....	C-275
Gambar C.11 Dimensi Bagian Penyimpanan Produk DO per area .....	C-275
Gambar C.12 Dimensi Luas Gudang Penyimpanan AA.....	C-276
Gambar C.13 Dimensi <i>Drum</i> DO.....	C-278
Gambar C.14 Dimensi Bagian Penyimpanan Produk DO per area .....	C-278
Gambar C.13 Dimensi Luas Gudang Penyimpanan DO.....	C-279
Gambar D.1. Grafik Hubungan Annual Index dan Tahun Ke -(5) .....	D-2

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor <i>Drying Oil</i> Tahun 2012-2018 .....	I-8
Tabel I.2 Data Ekspor <i>Drying Oil</i> Tahun 2012-2018 .....	I-9
Tabel I.3 Produksi Cat dan Varnish di Indonesia Tahun 2009-2015 .....	I-10
Tabel I.4 Kapasitas Produksi Pabrik <i>Drying Oil</i> di Dunia.....	I-12
Tabel II.1 Perbandingan Metode-Metode Pembuatan <i>Drying Oil</i>	II-2
Tabel III.1 Neraca Massa Reaktor (R-110) .....	III-1
Tabel III.2 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (H-115) .....	III-1
Tabel III.3 Neraca Massa Menara Distilasi 1 (D-210) .....	III-2
Tabel III.4 Neraca Massa <i>Vaporizer</i> (V-310) .....	III-2
Tabel III.5 Neraca Massa Menara Distilasi II (D-410) .....	III-2
Tabel III.1 Neraca Panas Tangki Pencampuran (M-113) .....	IV-1
Tabel III.2 Neraca Panas <i>Heater</i> (E-114) .....	IV-1
Tabel III.3 Neraca Panas Reaktor (R-110) .....	IV-2
Tabel III.4 Neraca <i>Cooler</i> I (E-116) .....	IV-2
Tabel III.5 Neraca Panas Menara Distilasi I (D-210) .....	IV-3
Tabel III.6 Neraca Panas <i>Cooler</i> II I (E-216) .....	IV-3
Tabel III.7 Neraca Panas <i>Vaporizer</i> (V-310) .....	IV-3
Tabel III.8 Neraca Panas Menara Distilasi II (D-410) .....	IV-4
Tabel III.9 Neraca Panas <i>Cooler</i> III (E-414) .....	IV-4
Tabel III.10 Neraca Panas <i>Cooler</i> IV (E-414) .....	IV-4
Tabel V.1 Spesifikasi Tangki Pencampuran (M-113) .....	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi <i>Heater</i> (E-114) .....	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Reaktor (R-110) .....	V-3
Tabel V.4 Spesifikasi <i>Cooler</i> I (E-116) .....	V-4
Tabel V.5 Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (H-118) .....	V-5
Tabel V.6 Spesifikasi Menara Distilasi I (D-210) .....	V-6
Tabel V.7 Spesifikasi <i>Cooler</i> II (E-216) .....	V-7
Tabel V.8 Spesifikasi <i>Vaporizer</i> (V-310) .....	V-8
Tabel V.9 Spesifikasi Menara Distilasi II (410) .....	V-9
Tabel V.10 Spesifikasi <i>Cooler</i> III (E-414) .....	V-10
Tabel V.11 Spesifikasi <i>Cooler</i> IV (E-419) .....	V-11
Tabel VI.1 Perencanaan Pembagian Area Pabrik <i>Drying Oil</i> .....	VI-6
Tabel VI.2 Keterangan Gambar Tata Letak Alat Proses.....	VI-9
Tabel VI. 3 Jenis Instrumentasi yang Digunakan .....	V-10
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Sanitasi.....	VII-2
Tabel VII.2. Properti Dari <i>Dowtherm A</i> .....	VII-3
Tabel VII.3. Kebutuhan <i>Dowtherm A</i> sebagai Pendingin.....	VII-3
Tabel VII.4 Hasil Perhitungan Debit setiap Aliran menuju Alat Pendingin.....	VII-12
Tabel VII.5 Hasil Perhitungan Idopt dan Spesifikasi Pipa yang Digunakan .....	VII-13
Tabel VII.6 Hasil Perhitungan Ap dan <i>NRe</i> pada setiap Aliran.....	VII-14
Tabel VII.7 Data untuk Menghitung <i>Power</i> Pompa .....	VII-34
Tabel VII.8. Kebutuhan <i>Dowtherm A</i> sebagai Pemanas.....	VII-35
Tabel VII.9 Hasil Perhitungan Debit setiap Aliran menuju Alat Pendingin.....	VII-49

Tabel VII.10 Hasil Perhitungan IDopt dan Spesifikasi Pipa yang Digunakan .....	VII-50
Tabel VII.10 Hasil Perhitungan Ap dan $NRe$ pada setiap Aliran.....	VII-51
Tabel VII.11 Data untuk Menghitung <i>Power</i> Pompa .....	VII-67
Tabel VII.12 Kandungan dalam Batu bara Formasi Balikpapan .....	VII-69
Tabel VII.13 Komposisi Gas Keluar <i>Furnace</i> .....	VII-71
Tabel VII.14 Panas Pembakaran Gas dalam <i>Furnace</i> .....	VII-71
Tabel VII.15 Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas .....	VII-71
Tabel VII.16 Panas Produk Keluar <i>Furnace</i> .....	VII-72
Tabel VII.17 Mol dan Massa Komponen dalam <i>Furnace</i> .....	VII-73
Tabel VII.18 Panas Udara Pembakar dalam <i>Furnace</i> .....	VII-74
Tabel VII.19 Kapasitas Panas <i>Flue</i> Gas Keluar Seksi Radian <i>Furnace</i> ....	VII-75
Tabel VII.20 Entalpi <i>Flue</i> Gas Keluar Seksi Radian <i>Furnace</i> .....	VII-75
Tabel VII.21 Kebutuhan Listrik Alat Proses dalam Area Produksi .....	VII-80
Tabel VII.22 Kebutuhan Listrik dalam Area Utilias.....	VII-81
Tabel VII.23. Kebutuhan Lumen Total dalam Area Pabrik.....	VII-82
Tabel VII.24 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dalam Area Pabrik ....	VII-83
Tabel VII.25. Spesifikasi Bahan Bakar Solar dari PT. Pertamina .....	VII-85
Tabel X.1. Rincian Jumlah Pegawai dalam Pabrik <i>Drying Oil</i> .....	X-11
Tabel X.2. Jadwal Kerja Pegawai <i>Shift</i> .....	X-12
Tabel XI.1. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	XI-2
Tabel XI.2. Tabel Depresiasi Alat dan Bangunan .....	XI-4
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total / <i>Total Produciton Cost</i> (TPC) .....	XI-6
Tabel XI.4. Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i> .....	XI-7
Tabel XI.5 <i>Cash Flow</i> .....	XI-9
Tabel XI.6. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sebelum Pajak .....	XI-11
Tabel XI.7. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sesudah Pajak.....	XI-12
Tabel XI.8. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sebelum Pajak.....	XI-13
Tabel XI.9. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sesudah Pajak .....	XI-14
Tabel XI.11. POT Setelah Pajak .....	XI-15
Tabel XI.12. Penentuan BEP .....	XI-16
Tabel XI.13. MARR.....	XI-17
Tabel XI.14. Hubungan Kenaikan Persentase Harga Bahan Baku terhadap BEP, MARR, ROR, ROE dan POT .....	XI-18
Tabel A.1 Spesifikasi <i>Drying Oil</i> .....	A-1
Tabel A.2 Spesifikasi ACO.....	A-2
Tabel A.3 Komposisi Komponen Produk Atas (Turton et al, 2009) Menara Distilasi 2 (D-410) .....	A-3
Tabel A.4 Ringkasan Perhitungan Neraca Massa Total.....	A-5
Tabel A.5 Nilai L dan V untuk Komponen pada Kondensor Menara Distilasi II (E-411) .....	A-8
Tabel A.6 Perhitungan untuk mencari fraksi $y_L$ .....	A-9
Tabel A.7. Nilai W, $\bar{L}$ dan $\bar{V}$ untuk Komponen Pada Reboiler Menara Distilasi II (E-417).....	A-10
Tabel A.8 Neraca Massa Di Kolom Distilasi II (D-410) .....	A-11
Tabel A.9 Neraca Massa Di Reaktor (R-110) .....	A-13
Tabel A.10 Neraca Massa Di <i>Centrifuge</i> (H-118) .....	A-14



Tabel A.11 Nilai L dan V untuk Komponen pada Kondensor Menara Distilasi I (E-211) .....	A-17
Tabel A.12 Perhitungan untuk mencari fraksi $y_B$ .....	A-18
Tabel A.13. Nilai B, $L^-$ dan $V^-$ untuk Komponen Pada Reboiler Menara Distilasi I (E-214) .....	A-19
Tabel A.14. Neraca Massa Di Kolom Distilasi I (D-210) .....	A-20
Tabel B.1 Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair .....	B-1
Tabel B.2 Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas .....	B-2
Tabel B.3 Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Cair Jenuh dari <i>Dowtherm A</i> Fase .....	B-2
Tabel B.4. Panas Masuk Tangki Pencampuran (M-113) dari Tangki Penyimpanan ACO (F-111) .....	B-4
Tabel B.5 Panas Masuk dari <i>Recyle Cooler II</i> (E-216) .....	B-4
Tabel B.6. Panas Keluar dari Tangki Pencampuran (M-113) .....	B-5
Tabel B.7. Neraca Panas Tangki Pencampuran (M-113) .....	B-5
Tabel B.8. Komposisi Bahan Masuk <i>Heater</i> (E-114) .....	B-6
Tabel B.9. Panas Umpan Masuk <i>Heater</i> (E-114) .....	B-6
Tabel B.10. Panas Keluar <i>Heater</i> (E-114) .....	B-7
Tabel B.11. Neraca Panas <i>Heater</i> (E-114) .....	B-8
Tabel B.12 Panas <i>Feed</i> Masuk Reaktor .....	B-10
Tabel B.13 Data $\Delta H_f$ pada Suhu 25°C .....	B-11
Tabel B.14 Qreaktan Dari Suhu Sistem Ke Suhu Referensi .....	B-12
Tabel B.15 Qproduk Dari Suhu Referensi Ke Suhu Keluar Reaktor .....	B-14
Tabel B.16 Panas Produk Keluar Reaktor .....	B-15
Tabel B.17 Neraca Panas Reaktor (R-110) .....	B-17
Tabel B.18 Komposisi Bahan Masuk <i>Cooler I</i> (E-116) .....	B-17
Tabel B.19. Panas Umpan Masuk <i>Cooler I</i> (E-116) .....	B-18
Tabel B.20. Panas Keluar <i>Cooler I</i> (E-116) .....	B-19
Tabel B.21. Neraca Panas <i>Cooler I</i> (E-116) .....	B-20
Tabel B.22 Komposisi Umpan, Distilat dan <i>Bottom</i> Pada Menara Distilasi I (D-210) .....	B-21
Tabel B.23 Panas Masuk Menara Distilasi I .....	B-21
Tabel B.24 Data Konstanta <i>Antoine</i> Untuk Menghitung Tekanan Uap Murni Komponen .....	B-22
Tabel B.25 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Distilat .....	B-22
Tabel B.26 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Embun Distilat .....	B-23
Tabel B.27 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Distilat .....	B-23
Tabel B.28 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Didih Distilat .....	B-23
Tabel B.29 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada <i>Bottom</i> .....	B-24
Tabel B.30 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Didih <i>Bottom</i> .....	B-24
Tabel B.31 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Umpan .....	B-24
Tabel B.32 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Didih Umpan .....	B-25
Tabel B.33 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Umpan .....	B-25
Tabel B.34 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Embun Umpan .....	B-26
Tabel B.35 Hasil Perhitungan Untuk Menentukan Panas Laten Umpan .....	B-27
Tabel B.36 Data untuk Perhitungan $\theta$ dan $R_{min}$ Menara Distilasi I .....	B-27
Tabel B.37 Hasil Perhitungan VHV untuk komponen masuk	

kondensor Menara Distilasi I .....	B-31
Tabel B.38 Perhitungan DhD untuk komponen keluar kondensor Menara Distilasi I .....	B-32
Tabel B.39 Perhitungan DhL untuk komponene keluar Kondensor Menara Distilasi I .....	B-32
Tabel B.40 Panas Keluar <i>Bottom</i> Produk.....	B-34
Tabel B.41 Neraca Panas Menara Distilasi I (D-210) .....	B-35
Tabel B.42 Komposisi Bahan Masuk <i>Cooler</i> II (E-216) .....	B-35
Tabel B.43 Panas Umpan Masuk <i>Cooler</i> II (E-216) .....	B-36
Tabel B.44 Panas Keluar <i>Cooler</i> II (E-216) .....	B-37
Tabel B.45 Neraca Panas <i>Cooler</i> II (E-216) .....	B-38
Tabel B.46 Panas <i>Feed</i> Masuk <i>Vaporizer</i> .....	B-39
Tabel B.47 Panas Produk Fase Cair Keluar <i>Vaporizer</i> .....	B-40
Tabel B.48 Perhitungan Nilai Entalpi Penguapan Arus Keluar <i>Vaporizer</i> .....	B-41
Tabel B.49 Neraca Panas <i>Vaporizer</i> (V-310) .....	B-42
Tabel B.50 Komposisi Umpan, Distilat dan <i>Bottom</i> Pada Menara Distilasi II.....	B-43
Tabel B.51 Panas Masuk Menara Distilasi II.....	B-43
Tabel B.52 Data Konstanta <i>Antoine</i> Untuk Menghitung Tekanan Uap Murni Komponen .....	B-44
Tabel B.53 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Distilat.....	B-44
Tabel B.54 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Embun Distilast .....	B-45
Tabel B.56 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Distilat.....	B-45
Tabel B.57 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Didih Distilast.....	B-45
Tabel B.58 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada <i>Bottom</i> .....	B-46
Tabel B.59 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Didih <i>Bottom</i> .....	B-46
Tabel B.60 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Umpan.....	B-46
Tabel B.61 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Didih Umpan .....	B-47
Tabel B.62 Laju Massa, Mol dan Fraksi Mol Pada Umpan.....	B-47
Tabel B.63 Hasil Perhitungan Untuk Trial Suhu Embun Umpan .....	B-48
Tabel B.64 Data untuk Perhitungan $\theta$ dan $R_{min}$ Menara Distilasi II .....	B-48
Tabel B.65 Hasil Perhitungan VHV untuk komponen masuk kondensor Menara Distilasi II.....	B-52
Tabel B.66 Perhitungan DhD untuk komponen keluar kondensor Menara Distilasi II.....	B-53
Tabel B.67 Perhitungan DhL untuk komponene keluar Kondensor Menara Distilasi II.....	B-53
Tabel B.68 Panas Keluar <i>Bottom</i> Produk.....	B-55
Tabel B.69 Neraca Panas Menara Distilasi II (D-410) .....	B-56
Tabel B.70 Komposisi Bahan Masuk <i>Cooler</i> III (E-412) .....	B-56
Tabel B.71 Panas Umpan Masuk <i>Cooler</i> III (E-412) .....	B-57
Tabel B.72 Panas Keluar <i>Cooler</i> III (E-412) .....	B-58
Tabel B.73 Neraca Panas <i>Cooler</i> III (E-412) .....	B-59
Tabel B.74 Komposisi Bahan Masuk <i>Cooler</i> IV (E-419) .....	B-60
Tabel B.75 Panas Umpan Masuk <i>Cooler</i> IV (E-419) .....	B-60
Tabel B.76 Panas Keluar <i>Cooler</i> IV (E-419) .....	B-61
Tabel B.77 Neraca Panas <i>Cooler</i> IV (E-419) .....	B-62

Tabel C.1 Data untuk Menghitung Densitas .....	C-2
Tabel C.2 Tabel Komposisi dan Densitas Bahan Baku .....	C-2
Tabel C.3 Data untuk Menghitung Densitas .....	C-15
Tabel C.4 Komposisi Umpan yang masuk ke Tangki Pencampuran dan Desitas Umpan .....	C-16
Tabel C.5 data A,B,C & D untuk perhitungan Viskositas Komponen .....	C-23
Tabel C.6 Viskositas Komponen dan Campuran .....	C-24
Tabel C.7 Viskositas <i>Dowtherm A</i> .....	C-31
Tabel C.8 Konduktivitas termal <i>Dowtherm A</i> .....	C-32
Tabel C.9 Data untuk Menghitung Kapasitas Panas <i>Dowtherm A</i> .....	C-32
Tabel C.10 Viskositas <i>Dowtherm A</i> .....	C_33
Tabel C.11 Data untuk Menghitung Viskositas komponen pada Fase Cair.....	C-33
Tabel C.12 Data untuk Menghitung konduktivitas termal komponen pada Fase Cair .....	C-34
Tabel C.13 Data untuk Menghitung Kapasitas Panas komponen pada Fase Cair .....	C-35
Tabel C.14 Data untuk Menghitung Viskositas komponen pada Fase Cair.....	C-36
Tabel C.15 Data untuk Menghitung Densitas komponen pada Fase Cair.....	C-39
Tabel C.16 Data untuk Menhitung Densitas Komponen Fase Liquid .....	C-49
Tabel C.17 Hasil Perhitungan Densitas dan <i>Flow Rate Output</i> Reaktor ...	C-49
Tabel C.18 Hasil Perhitungan Densitas Komponen Fase Liquid Di Dalam Reaktor .....	C-53
Tabel C.19 Data Konstanta untuk Perhitungan Viskositas Setiap Komponen (Yaws,1999) .....	C-56
Tabel C.20 Hasil Perhitungan Viskositas Komponen dalam Reaktor .....	C-57
Tabel C.21 Data untuk Menghitung Densitas Komponen Fase Liquid ....	C-58
Tabel C.22 Hasil Perhitungan Densitas Komponen Dalam Reaktor .....	C-58
Tabel C.23 <i>Physical Properties</i> dari Udara pada 1 atm.....	C-61
Tabel C.24 komposisi Umpan Masuk pada <i>Centrifuge</i> (H-118)	C-78
Tabel C.25 Komposisi Hasil Puncak (Distilat) Seksi <i>Enriching</i> Menara Distilasi I.....	C-86
Tabel C.26 Komposisi Arus Umpan Seksi <i>Enriching</i> Menara Distilasi I.....	C-87
Tabel C.27 Komposisi Arus Umpan Seksi Stripping Menara Distilasi I.....	C-87
Tabel C.28 Komposisi Arus <i>Bottom Product</i> Seksi <i>Stripping</i> Menara Distilasi I.....	C-88
Tabel C.29 Massa Uap dan Liquid pada Berbagai Posisi <i>Enriching</i> dan <i>Stripping</i> .....	C-89
Tabel C.30 Data Perhitungan Densitas Setiap Komponen.....	C-89
Tabel C.31 Tabel perhitungan fraksi massa komponen L' .....	C-90
Tabel C.32 Data Perhitungan Tegangan Permukaan Cairan (Yaws,1999) .....	C-91
Tabel C.33 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan Kompenen Pada Umpan .....	C-92

Tabel C.34 Data Konstanta untuk Perhitungan Viskositas Setiap Komponen (Yaws,1999) .....	C-97
Tabel C.35 Data Perhitungan Viskositas Cairan Campuran .....	C-97
Tabel C.36 Komposisi Hasil Puncak dan Hasil Dasar Menara Distilasi I .....	C-99
Tabel C.37 Data Konstanta yang Diperlukan Untuk Menghitung Viskositas (Yaws,1999) .....	C-100
Tabel C.38 Data Perhitungan <i>Efisiensi Tray</i> Masing-Masing Komponen Menara Distilasi I .....	C-101
Tabel C.39 Komposisi Fluida Dingin Masuk Kondensor Menara Distilasi I .....	C-107
Tabel C.40. Data untuk Menghitung Konduktivitas AA, DO dan ACO Fase Gas .....	C-113
Tabel C.41 Hasil Perhitungan Konduktivitas Termal Komponen pada Sisi <i>Shell</i> .....	C-113
Tabel C.42 Data untuk Menghitung Viskositas AA, DO dan ACO .....	C-114
Tabel C.43 Hasil Perhitungan Viskositas Komponen pada Sisi <i>Shell</i> .....	C-114
Tabel C.44. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas .....	C-116
Tabel C.45 Data untuk Menghitung Viskositas AA, DO dan ACO .....	C-118
Tabel C.46 Hasil Perhitungan Viskositas Komponen pada Sisi <i>Shell</i> .....	C-118
Tabel C.47. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas .....	C-120
Tabel C.48. Komposisi Kondensat dari Kondenser Menara Distilasi I .....	C-121
Tabel C.49 Data Perhitungan Densitas Setiap Komponen .....	C-122
Tabel C.50 Tabel perhitungan fraksi massa komponen V .....	C-122
Tabel C.51 Komposisi Aliran Massa Menara Distilasi I (D-210) pada V, L, dan D .....	C-128
Tabel C.52 Data Densitas dan Viskositas Campuran .....	C-128
Tabel C.53 Data <i>Rate Volumetrik</i> Fluida .....	C-129
Tabel C.54 Data IDopt dan Spesifikasi Pipa .....	C-129
Tabel C.55 Data <i>NRe</i> Fluida .....	C-129
Tabel C.56 Data <i>Losses</i> karena <i>sudden contraction</i> (hc) .....	C-131
Tabel C.57 Data <i>Losses</i> karena friksi pada pipa lurus (Ff) .....	C-131
Tabel C.58 Data <i>Losses</i> karena friksi pada <i>fitting</i> .....	C-132
Tabel C.59. Data <i>Losses</i> karena <i>sudden enlargement</i> (hex) .....	C-133
Tabel C.60 Data Faktor Friksi Total .....	C-133
Tabel C.61 Data-data Untuk Menghitung <i>Power</i> Pompa .....	C-133
Tabel C.62 Komposisi Fluida Dingin Masuk Reboiler Menara Distilasi I .....	C-135
Tabel C.63 Komposisi Hasil Puncak (Distilat) Seksi <i>Enriching</i> Menara Distilasi II .....	C-169
Tabel C.64 Komposisi Arus Umpan Seksi <i>Enriching</i> Menara Distilasi II .....	C-170
Tabel C.65 Komposisi Arus Umpan Seksi <i>Stripping</i> Menara Distilasi II .....	C-170
Tabel C.66 Komposisi Arus <i>Bottom Product</i> Seksi <i>Stripping</i> Menara Distilasi II .....	C-171
Tabel C.67 Massa Uap dan <i>Liquid</i> pada Berbagai Posisi <i>Enriching</i> dan <i>Stripping</i> .....	C-172

Tabel C.68 Data Perhitungan Densitas Setiap Komponen.....	C-172
Tabel C.69 Tabel Perhitungan Fraksi Massa Komponen Feed.....	C-173
Tabel C.70 Data Perhitungan Tegangan Permukaan Cairan (Yaws,1999) .....	C-174
Tabel C.71 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan Kompenen Pada Umpan .....	C-175
Tabel C.72 Data Konstanta untuk Perhitungan Viskositas Setiap Komponen (Yaws,1999) .....	C-181
Tabel C.73 Data Perhitungan Viskositas Cairan Campuran .....	C-181
Tabel C.74 Komposisi Hasil Puncak dan Hasil Dasar Menara Distilasi II.....	C-182
Tabel C.75 Data Konstanta yang Diperlukan Untuk Menghitung Viskositas (Yaws,1999) .....	C-183
Tabel C.76 Data Perhitungan Efisiensi <i>Tray</i> Masing-Masing Komponen Menara Distilasi II .....	C-184
Tabel C.77 Komposisi Fluida Dingin Masuk Kondensor Menara Distilasi II.....	C-190
Tabel C.78. Data untuk Menghitung Konduktivitas AA dan DO Fase Gas.....	C-195
Tabel C.79 Hasil Perhitungan Konduktivitas Termal Komponen pada Sisi <i>Shell</i> .....	C-195
Tabel C.80. Data untuk Menghitung Viskositas AA, DO dan ACO .....	C-197
Tabel C.81 Hasil Perhitungan Viskositas Komponen pada Sisi <i>Shell</i> .....	C-197
Tabel C.82 Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas .....	C-198
Tabel C.83 Data untuk Menghitung Viskositas AA, DO dan ACO .....	C-200
Tabel C.84 Hasil Perhitungan Viskositas Komponen pada Sisi <i>Shell</i> .....	C-200
Tabel C.85 Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas .....	C-202
Tabel C.86 Komposisi Kondensat dari Kondenser Menara Distilasi II.....	C-203
Tabel C.87 Data Perhitungan Densitas Setiap Komponen.....	C-203
Tabel C.88 Tabel perhitungan fraksi massa komponen V .....	C-204
Tabel C.89. Komposisi Aliran Massa Menara Distilasi II (D-410) pada V, L, dan D .....	C-210
Tabel C.90 Densitas dan Viskositas Campuran .....	C-210
Tabel C.91 Data <i>Rate Volumetrik</i> Fluida .....	C-210
Tabel C.92 Data <i>IDopt</i> dan Spesifikasi Pipa.....	C-211
Tabel C.93 Data NRe Fluida .....	C-211
Tabel C.94 Data <i>Losses</i> karena <i>sudden contraction</i> (hc) .....	C-212
Tabel C.95 Data <i>Losses</i> karena friksi pada pipa lurus (Ff) .....	C-213
Tabel C.96 Data <i>Losses</i> karena friksi pada <i>fitting</i> .....	C-214
Tabel C.97 Data <i>Losses</i> karena sudden enlargement (hex) .....	C-215
Tabel C.98 Data Faktor Friksi Total .....	C-215
Tabel C.99 Data-data Untuk Menghitung <i>Power</i> Pompa .....	C-215
Tabel C.100 Data untuk Menghitung Densitas .....	C-232
Tabel C.101 Tabel Komposisi dan Densitas Bahan Baku Produk Samping.....	C-232
Tabel C.102 Komposisi Fluida Dingin Masuk Reboiler Menara Distilasi II.....	C-238
Tabel C.103 Data untuk Menghitung Densitas .....	C-267



Tabel C.104 Tabel Komposisi dan Densitas Produk Utama.....	C-267
Tabel D.1. Data <i>Cost Index Chemical Engineering Plant Cost Index</i> (CEPCI) .....	D-1
Tabel D.2. Estimasi <i>Annual Index</i> pada Tahun 2020-2024.....	D-2
Tabel D.3. Harga Peralatan Proses Produksi .....	D-4
Tabel D.4. Harga Peralatan Utilitas .....	D-5
Tabel D.5 Biaya Listrik Untuk Penerangan .....	D-6
Tabel D.6 Biaya Listrik Untuk Alat Proses Produksi .....	D-7
Tabel D.7 Biaya Listrik Untuk Alat Utilitas .....	D-8
Tabel D.8 Total Pemakaian Listrik Per Tahun.....	D-8
Tabel D.9 UMK Kabupaten Pasuruan 2016-2020 .....	D-12
Tabel D.10. Rincian Gaji Pekerja .....	D-12
Tabel D.11. Harga Bangunan Pabrik DO.....	D-14

## INTISARI

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini, sedang memacu perekonomian di segala bidang, salah satunya mengembangkan perekonomian di bidang industri kimia. Industri kimia memberikan sumbangan terhadap devisa Negara. Industri kimia yang dibangun di dalam negeri, akan mengurangi impor dan pengeluaran negara. Salah satu industri kimia yang dapat dikurangi impornya ke dalam negeri adalah *drying oil* (DO).

*Drying oil* merupakan aditif dalam pembuatan cat dan varnish. *Drying oil* dapat menambah sifat pelekatan dan cepat kering pada cat atau varnish apabila diaplikasikan misalnya pada tembok bangunan. Sampai saat ini, Indonesia masih mengimpor *drying oil* berbahan dasar petroleum dari luar negeri. Oleh karena itu, rencana pemasaran produk *drying oil* ini diperuntukan untuk konsumsi dalam negeri. Bahan baku pembuatan *drying oil*, yaitu minyak jarak terasetilasi (ACO) dapat diperoleh dari pabrik dalam negeri.

Pembuatan DO terdiri dari 2 tahap utama yaitu reaksi dekomposisi termal dan pemurnian produk. Reaksi terjadi di dalam reaktor alir berpengaduk dengan menggunakan suhu operasi 300°C dan tekanan 1 atm. Minyak jarak terasetilasi (ACO) mengalami dekomposisi termal membentuk produk utama *drying oil* (DO) dan produk sampingan Asam Asetat (AA). Reaksi sekunder juga terjadi akibat dimerisasi DO menjadi gum. Pemurnian produk DO menggunakan distilasi 2 tahap hingga diperoleh kemurnian DO sebesar 99,04%. Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi DO adalah ACO dengan kemurnian 99,5% dan mengandung impuritas AA 0,5%

Keunggulan dari dekomposisi termal ACO adalah bahan baku utama yang berasal dari minyak nabati, tekanan operasi serta biaya operasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan proses terdahulu, selain itu produk samping yang dihasilkan dari produksi yaitu berupa AA dengan kemurnian 99,50% dapat menjadi keuntungan untuk *income* perusahaan.

Berikut ini rincian singkat prarencana Pabrik Drying Oil dari Minyak Jarak Terasetilasi sebagai Aditif Cat dan Varnish.

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Status Perusahaan	: Swasta
Produksi	: <i>Drying Oil</i>
Bahan Baku	: Minyak Jarak Terasetilasi
Kapasitas Produksi	: 29.700 Ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 Hari/tahun
Sistem Operasi	: Kontinyu
Massa Konstruksi	: 3 Tahun
Waktu Mulai Beroperasi	: 2024
Utilitas	
• Air Sanitasi	: 8,45 m <sup>3</sup> /hari
• <i>Dowtherm A</i>	: 1.059.530,0736 kg/jam
• Refrigeran	: 1.237,7526 kg/jam
• Batu bara	: 1.581,8270 kg/jam
• Solar	: 10,70 L/hari
Listrik	: 346,19 kW

Jumlah tenaga Kerja : 117 orang  
Lokasi Pabrik : Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER). PT, Jl. Raya  
Raci-Bangil No.67153, Panumbuan, Pandean, Kec.  
Rembang, Pasuruan, Jawa Timur.  
Luas Pabrik : 24.375 m<sup>2</sup>

Analisa Ekonomi dengan Metode *Discounted Flow* pada harga Jual Ideal

- ROR sebelum Pajak : 19,62%.
- ROR sesudah Pajak : 13,43%.
- ROE sebelum Pajak : 40,51%
- ROE sesudah Pajak : 27,69 %
- POT sebelum pajak : 2 tahun 1 bulan 16 hari.
- POT sesudah pajak : 2 tahun 6 bulan 27 hari
- BEP : 48,93%.
- MERR : 18,32%